

REC'D 10 SEP 2001

PCT/JP01/06232

日 本 国 特 許 庁

18.07.01

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 7月31日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-230184

出 願 人

Applicant(s):

日本精工株式会社

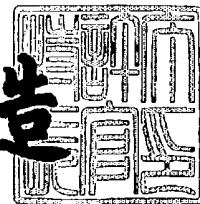
**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 8月24日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3074796

特 2 0 0 0 - 2 3 0 1 8 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 200110

【提出日】 平成12年 7月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16C 29/06

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

【氏名】 植田 光司

【特許出願人】

【識別番号】 000004204

【氏名又は名称】 日本精工株式会社

【代表者】 関谷 哲夫

【代理人】

【識別番号】 100066980

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 哲也

【選任した代理人】

【識別番号】 100075579

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 嘉昭

【選任した代理人】

【識別番号】 100103850

【弁理士】

【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001638

【納付金額】 21,000円

特 2 0 0 0 - 2 3 0 1 8 4

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006534

【包括委任状番号】 9402192

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 転動装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外方部材と内方部材との間に転動体を配設する転動装置において、前記外方部材及び内方部材の少なくとも一つがチタン合金で構成され、且つ転動体が超硬合金又はサーメットで構成されることを特徴とする転動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、転がり軸受、ボールネジ、直動案内装置等のように、外方部材と内方部材との間に転動体を配設する転動装置に関し、特に半導体製造装置や化学繊維製造機のように、水や海水、化学薬品等の腐食性環境下で使用されるものや、半導体製造装置、液晶製造装置、X線或いは電子線を使用する計測装置のように、磁場を利用する機械装置に使用されるものや、非磁性が要求される環境下で使用されるものに好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、転がり軸受などの転動装置の材料としては、主に高炭素クロム軸受鋼や肌焼鋼のような鉄鋼材料が一般的に使用されている。また、近年、転動装置の仕様環境は多種多様であり、水中、塩水中、或いは酸・アルカリ等の腐食性環境下で使用されることもあることから、高い耐食性が要求される部位で使用される場合には、ステンレス鋼製の転動装置も使用されている。

【0003】

しかしながら、近年、転動装置の仕様環境はより過酷になっており、ステンレス鋼製でも耐食性が不足する場合が生じている。そこで、特開平 1 1 - 2 2 3 2 2 1 号公報では、軌道輪が、Hv 600 以上に強化されたチタン合金からなり、転動体がセラミックス製の転がり軸受が提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、チタン合金は非常に活性な金属で、比熱、熱伝導率が小さいため、摩擦面で局所的に発熱量が大きくなり、S U J 2やS U S 4 0 4 Cに代表される鋼に比較して、凝着摩耗を生じ易く、耐摩耗性に劣る。

また、セラミックスは熱伝導率が小さいので、それを転動体に用いると、高荷重、高速回転など、所謂P V値が大きくなる条件下では、差動滑りが大きくなり、転動体と軌道面との接触部での発熱量が大きくなるため、潤滑が不十分な場合には、摩耗量が大きくなる。

【0005】

一方、S U J 2やS U S 4 4 0 Cに代表される鋼で構成される転動体では、軌道輪のチタン合金と金属接触するため、凝着し易く、更に耐食性に劣る。

本発明は前記諸問題を解決すべく開発されたものであり、耐凝着性、耐摩耗性に優れると共に、耐食性に優れ、精度も高い転動装置を提供することを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

かかる諸問題を解決するために、本発明に係る転動装置は、外方部材と内方部材との間に転動体を配設する転動装置において、前記外方部材及び内方部材の少なくとも一つがチタン合金で構成され、且つ転動体が超硬合金又はサーメットで構成されることを特徴とするものである。

【0007】

また、前記超硬合金又はサーメットの熱伝導率を $35\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上とするのが望ましい。

超硬合金やサーメットは、セラミックスに相当する高硬度（ $H_v 900$ 以上）であり、且つ高融点であるため、潤滑条件が厳しくても、凝着や摩耗が生じにくい。また、高硬度であるために、加工時の塑性変形量が非常に小さく、微小な凹凸が生じにくいいため、極めて高い精度の転動体を製造し得る。また、靱性については、セラミックスより高いので、製造時に割れや欠けが生じにくく、衝撃荷重に対しても破損しにくい。

【0008】

また、超合金やサーメットの熱伝導率を、窒化珪素セラミックスのそれより大きい、 $35\text{ W/m}\cdot\text{K}$ とすることで、接触面での発熱量を抑え、軌道輪のチタン合金の凝着摩耗を抑制することができる。

また、超合金やサーメットは、セラミックスに比較して、ヤング率が高いので、転動体と軌道輪との接触面積が小さくなり、回転トルクを抑制して回転特性を安定させることができる。

## 【0009】

前記超合金及びサーメットは、周期律表で第IVa族、第Va族、第VIa族に属する9種類の金属、即ちW、Mo、Cr、Ta、Nb、V、Hf、Zr、Tiの炭化物を対象とし、これら炭化物粉末をFe、Co、Ni等の鉄族金属を用いて焼結結合した合金である。サーメットは、このうち、主にTiC、TiN、或いはTiCNをNiで結合した焼結合金である。

## 【0010】

超合金を、合金系で分類すると、WC-Co系、WC-Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-Co系、WC-TaC-Co系、WC-TiC-Co系、WC-NbC-Co系、WC-TaC-NbC-Co系、WC-TiC-TaC-NbC-Co系、WC-TiC-TaC-Co系、WC-ZrC-Co系、WC-TiC-ZrC-Co系、WC-TaC-V<sub>2</sub>C-Co系、WC-Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-Co系、WC-TiC-Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-Co系等がある。また、耐食性を向上させたものには、WC-Ni系、WC-Co-Ni系、WC-Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-Mo<sub>2</sub>C-Ni系、WC-Ti(C, N)-TaC系、WC-Ti(C, N)系、Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-Ni系等がある。

## 【0011】

WC-Co系の代表的な組成は、W:Co:C=70.41~91.06:3.0~25.0:4.59~5.94である。WC-TaC-NbC-Co系の代表的な組成は、W:Co:Ta:Nb:C=65.7~86.3:5.8~25.0:1.4~3.1:0.3~1.5:4.7~5.8である。WC-TiC-TaC-NbC-Co系の代表的な組成は、W:Co:Ta:Ti:Nb:C=65.0~75.3:6.0~10.7:5.2~7.2:3.2~11.0:1.6~2.4:6.2~7.6である。WC-TaC-Co系の代表的な

組成は、 $W:Co:Ta:C=53.51\sim90.30:3.5\sim25.0:0.30\sim25.33:4.59\sim5.90$ である。 $WC-TiC-Co$ 系の代表的な組成は、 $W:Co:Ti:C=57.27\sim78.86:4.0\sim13.0:3.20\sim25.59:5.88\sim10.14$ である。 $WC-TiC-TaC-Co$ 系の代表的な組成は、 $W:Co:Ta:Ti:C=47.38\sim87.31:3.0\sim10.0:0.94\sim9.38:0.12\sim25.59:5.96\sim10.15$ である。

【0012】

サーメットは、 $TiC-Ni$ 系、 $TiC-Mo-Ni$ 系、 $TiC-Co$ 系、 $TiC-Mo_2C-Ni$ 系、 $TiC-Mo_2C-ZrC-Ni$ 系、 $TiC-Mo_2C-Co$ 系、 $Mo_2C-Ni$ 系、 $Ti(C,N)-Mo_2C-Ni$ 系、 $TiC-TiN-Mo_2C-Ni$ 系、 $TiC-TiN-Mo_2C-Co$ 系、 $TiC-TiN-Mo_2C-TaC-Ni$ 系、 $TiC-TiN-Mo_2C-WC-TaC-Ni$ 系、 $TiC-WC-Ni$ 系、 $Ti(C,N)-WC-Ni$ 系、 $TiC-Mo$ 系、 $Ti(C,N)-Mo$ 系等がある。ここで、 $Ti(C,N)-Mo_2C-Ni$ 系、 $Ti(C,N)-WC-Ni$ 系、或いは $Ti(C,N)-Mo$ 系は、 $TiC-Mo_2C-Ni$ 系、 $TiC-WC-Ni$ 系、或いは $TiC-Mo$ 系を窒素ガス( $N_2$ )中で焼結した合金である。

【0013】

サーメットの代表的な組成は、 $TiC-30\%Ni$ 、 $TiC-10\%Mo-30\%Ni$ 、 $TiC-20\%Mo-30\%Ni$ 、 $TiC-30\%Mo-30\%Ni$ 、 $TiC-11\%Mo_2C-24\%Ni$ 、 $TiC-30\%Mo_2C-20\%Ni$ 、 $TiC-19\%Mo_2C-24\%Ni$ 、 $TiC-8\%Mo_2C-15\%Ni$ 、 $Ti(C,N)-25\%Mo_2C-15\%Ni$ 、 $TiC-14\%TiN-19\%Mo_2C-24\%Ni$ 、 $TiC_{0.7}N_{0.3}-11\%Mo_2C-24\%Ni$ 、 $TiC_{0.7}N_{0.3}-19\%Mo_2C-24\%Ni$ 、 $TiC_{0.7}N_{0.3}-27\%Mo_2C-24\%Ni$ 、 $TiC-20\%Mo-15\%Ni$ 、 $TiC-30\%Mo-15\%Ni$ 等である。

【0014】

なお、転動体の超合金やサーメットの成分系を変えることによって、高耐食性、非磁性に対応することができる。また、高速回転で使用する場合には、転動体に、密度が小さいサーメットを用いるのが望ましい。また、高負荷で 사용되는場合や、衝撃荷重が付与される場合には、より高靱性な超合金を使用するのが望ましい。また、超合金やサーメットの種類は、前記に限定されない。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

図1は本実施形態の転がり軸受の断面図である。この転がり軸受は、外輪1、内輪2、転動体3、保持器4、及びシール5から構成される、呼び番号6001（内径12mm、外径28mm、幅8mm）の玉軸受である。このうち、外輪1及び内輪2、つまり軸受軌道輪は、表1に示すチタン合金を用い、同表に示す溶体化処理及び時効処理を施した。なお、保持器4は冠型フッ素樹脂系保持器である。

【0016】

【表1】

記号	軌道輪材質	溶体化処理条件	時効処理条件
A	Ti-15Mo-5Zr-3Al	730~850°C×1Hr	450°C×20Hr
B	↑	800~850°C×1Hr	450°C×20Hr 475°C×10Hr
C	Ti-15Mo-5Zr	730~850°C×2Hr	400°C×90Hr
D	↑	730~850°C×2Hr	450°C×20Hr
E	Ti-15V-3Cr-3Sn-3Al	730~850°C×3Hr	450°C×20Hr
F	Ti-22V-4Al	730~850°C×4Hr	450°C×20Hr
G	Ti-6Al-4V	900°C×1Hr	540°C×10Hr



【0017】

このようなチタン合金製の軌道輪に対し、表2に示す超硬合金並びにサーメットで構成した転動体を組合せて、本発明の転動装置の実施例及び比較例を作製した。なお、比較例1は窒化珪素セラミックスボールを用いている。また、表2には転動体の熱伝導率を合わせて示す。

【0018】

【表2】

	内・外輪	転動体材質	熱伝導率 (W/m·K)	軌動輪 摩耗比
実施例1	B	WC-6%Co	62	0.42
実施例2	B	WC-6%TiC-13%TaC-6%Co	50	0.45
実施例3	B	TiC-20%TiN-15%WC-10%Mo <sub>2</sub> C-5%Ni	35	0.52
実施例4	B	TiC-25%TiN-15%WC-5%Mo <sub>2</sub> C-15%Ni	51	0.42
実施例5	B	WC-6%TiC-13%TaC-6%Co	43	0.48
実施例6	A	WC-6%TiC-13%TaC-6%Co	50	0.47
実施例7	C	WC-6%TiC-13%TaC-6%Co	50	0.44
実施例8	D	TiC-20%TiN-15%WC-10%Mo <sub>2</sub> C-5%Ni	35	0.62
実施例9	E	TiC-20%TiN-15%WC-10%Mo <sub>2</sub> C-5%Ni	35	0.63
実施例10	F	WC-6%TiC-13%TaC-6%Co	43	0.54
実施例11	G	WC-6%TiC-13%TaC-6%Co	43	0.51

比較例1	C	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	31	1.00
比較例2	C	WC-2%TaC-15%Co	32	0.91
比較例3	C	TiC-20%TiN-15%WC-12%Mo <sub>2</sub> C-15%Ni	29	0.82

【0019】

そして、これらの実施例及び比較例の転がり軸受に対して真空回転試験による耐摩耗性試験を行った。

〔真空回転試験〕

真空下で回転試験を行い、 $1 \times 10^7$ 回転後の軌道輪の溝形状を測定し、摩耗量を摩耗深さによって判定した。なお、セラミックスボールの比較例1の摩耗量を1として標準化した。試験条件は以下の通り。

【0020】

アキシヤル荷重：19.6N

回転数：1000rpm

潤滑：無潤滑

表2に試験結果を併記している。同表から明らかなように、セラミックスボールを用いた比較例1は、本発明の各実施例に比して、摩耗深さが大きく、摩耗比が大きい。これは、セラミックスの熱伝導率が $35\text{ W/m}\cdot\text{ k}$ より小さく、チタン合金製軌道輪と転動体との接触部で発生した熱が蓄積され易く、軌道輪のチタン合金の凝着摩耗が進行したためである。また、比較例2及び比較例3は、夫々、熱伝導率が $35\text{ W/m}\cdot\text{ k}$ より小さい超硬合金及びサーメットを使用したものであり、前記セラミックスボールを用いた比較例1よりも摩耗比が小さいものの、本発明の各実施例に比べて、摩耗比は大きい。

【0021】

これに対して、熱伝導率が $35\text{ W/m}\cdot\text{ k}$ 以上の超硬合金又はサーメットを用いた本発明の各実施例1～11は、チタン合金製軌道輪と転動体との接触部における凝着摩耗抑制効果により、摩耗深さが小さく、摩耗比も小さい。これは、チタン合金製軌道輪の種類や熱処理条件を変化させて組合せた場合でも、同様の効果が得られている。

【0022】

この試験結果から、転動体の熱伝導率と摩耗比との関係を図2に示す。同図から明らかなように、転動体の熱伝導率が $35\text{ W/m}\cdot\text{ k}$ 以上になると、チタン合金製軌道輪の摩耗が急激に改善される。従って、転動体を構成する超硬合金又はサーメットの熱伝導率は $35\text{ W/m}\cdot\text{ k}$ 以上、更に望ましくは $50\text{ W/m}\cdot\text{ k}$ 以上とする。なお、前記以外の超硬合金及びサーメットについても、熱伝導率が $35\text{ W/m}\cdot\text{ k}$ 以上であれば、同様の効果がある。

【0023】

次に、腐食性、非磁性環境下での性能を測定するため、前記表1の軌道輪材料と、日本タングステン株式会社製超硬合金ニッタンロイ（登録商標）NR8（商品名、WC-Ni系）、ニッタンロイ（登録商標）NR11（商品名、WC-N

i-Cr系)及び日本タングステン株式会社製サーメットニッタンロイ(登録商標)DUX30(商品名、TiC-TaN-Ni-Mo系)からなる転動体とを組合せて、表3に示す呼び番号6001の深溝玉軸受を作製し、以下の試験を行って性能を確認した。なお、前記日本タングステン株式会社製の超硬合金及びサーメットは、何れも、非磁性で、耐食性に優れる合金系である。なお、保持器はフッ素系樹脂製である。

【0024】

【表3】

	軌動輪材質	転動体材質	転動体熱伝導率(W/m・K)	塩水転がり試験		磁束密度変化
				軌動輪摩擦比	錆の発生	
実施例12	A	超硬合金NR8	75	0.38	無し	無し
実施例13	B	↑	↑	0.35	無し	無し
実施例14	C	↑	↑	0.31	無し	無し
実施例15	D	↑	↑	0.35	無し	無し
実施例16	G	↑	↑	0.41	無し	無し
実施例17	A	超硬合金NR11	63	0.40	無し	無し
実施例18	B	↑	↑	0.36	無し	無し
実施例19	C	↑	↑	0.31	無し	無し
実施例20	D	↑	↑	0.38	無し	無し
実施例21	G	↑	↑	0.44	無し	無し
実施例22	A	サーメットDUX30	35	0.50	無し	無し
実施例23	B	↑	↑	0.43	無し	無し
実施例24	C	↑	↑	0.49	無し	無し
実施例25	D	↑	↑	0.45	無し	無し
実施例26	G	↑	↑	0.61	無し	無し
比較例4	B	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	31	1.0	無し	無し

【0025】

〔塩水転がり試験〕

作製した転がり軸受に対し、図2に示す試験装置で、5%塩化ナトリウム水溶

液（以下、塩水）中で摩耗試験を行った。図中の符号10は試験軸受、11は治具、12はモータ、13は回転軸、14はアキシアル荷重制御バネ、15はラジアル荷重負荷ワイヤである。何れも $1 \times 10^7$ 回転後の摩耗痕深さを測定し、セラミックスボールを用いた比較例4を1として標準化した。試験条件は以下の通り。

## 【0026】

ラジアル荷重：49.2N

アキシアル荷重：19.2N

回転速度：1000rpm

潤滑：無潤滑

## [磁束密度変化測定試験]

磁束密度変化測定試験の試験装置を図4に示す。図中の符号10は試験軸受、13は回転軸、16は永久磁石、17はテスラメータである。回転による周辺磁場への影響を調査するために、永久磁石16は試験軸受10の周囲に設置し、試験軸受10を500rpmで回転させたときの磁束密度の変化をテスラメータ17で測定した。テスラメータ17で測定した磁束密度が図5に示すような波形を示し、最大磁束密度変化が0.1mT以上になったものを磁束密度変化：有りとし、0.1mT未満のものを磁束密度変化：無しとした。

## 【0027】

夫々の試験の結果は前記表3に併記してある。同表から明らかなように、全ての実施例が、塩水による腐食環境下でも、優れた耐摩耗性を示し、勿論、錆の発生は認められなかった。また、磁束密度変化が全くないことから、非磁性にも優れていることが確認された。

なお、転動体に用いた超硬合金、サーメットは、表2中の材料に限定されず、熱伝導率 $35 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上で、非磁性且つ耐食性に優れる成分系であれば何れも好適に使用できる。

## 【0028】

また、前記実施形態では、転がり軸受軌道輪を対象としたが、本発明の転動装置は、耐食性、非磁性及び転動疲労寿命に優れた効果を発揮するため、転がり軸

受に限らず、その他の転動装置、例えばボールネジやリニアガイドなどの直動案内装置にも同様に展開可能である。この場合、ボールネジにあっては、ナットが外方部材で、雄ネジ軸が内方部材であり、直動案内装置にあっては、スライダが外方部材で、レールが内方部材であり、勿論、転がり軸受では外輪が外方部材で、内輪が内方部材であると定義する。

【 0 0 2 9 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の転動装置によれば、内・外方部材をチタン合金で構成し、転動体を超硬合金又はサーメットで構成したため、耐食性に優れるばかりか、腐食環境下でも優れた転がり寿命を達成し、同時に高い非磁性を有し、回転によって磁場を乱してはいけない装置にも好適に使用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の転がり軸受の一実施形態を示す縦断面図である。

【図 2】

熱伝導率と摩耗比との関係を示す説明図である。

【図 3】

塩水転がり試験装置の説明図である。

【図 4】

磁束密度変化測定試験装置の説明図である。

【図 5】

磁束密度変化の説明図である。

【符号の説明】

1 は外輪（外方部材）

2 は内輪（内方部材）

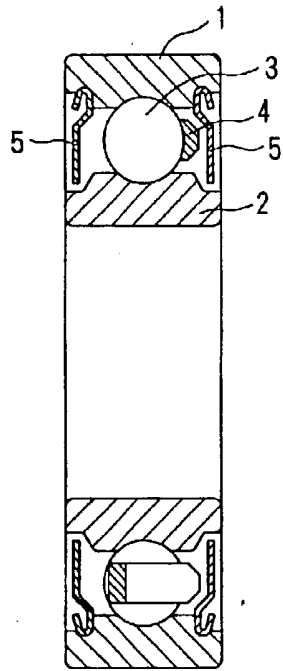
3 は転動体

4 は保持器

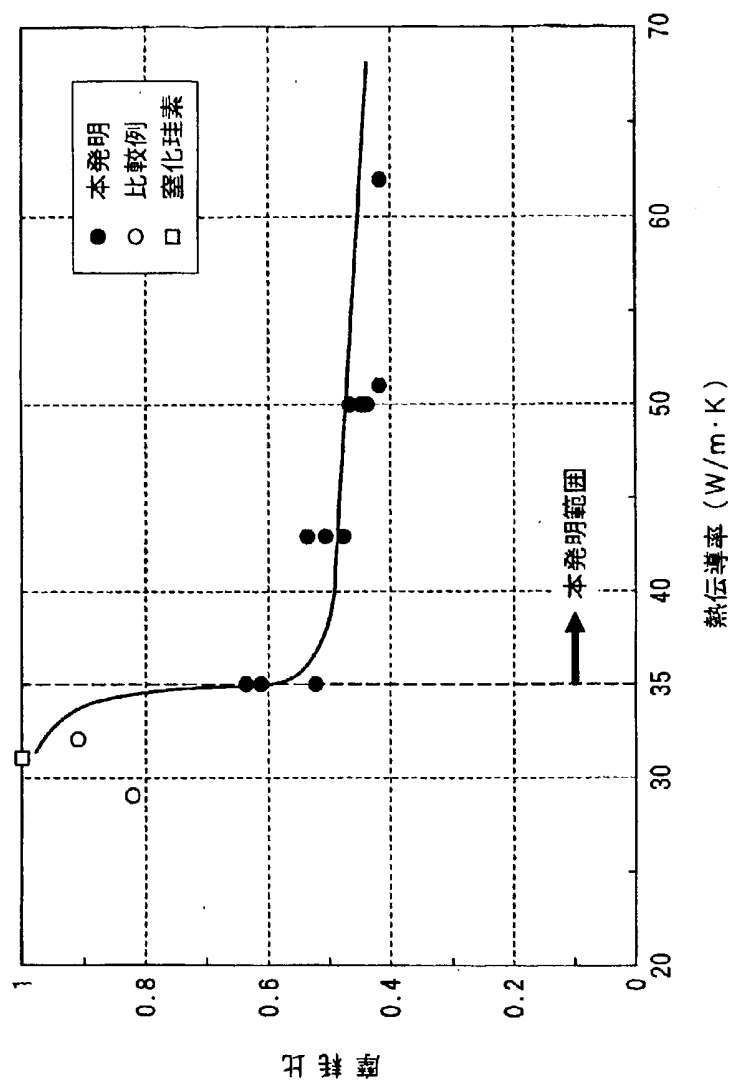
5 はシール

【書類名】 図面

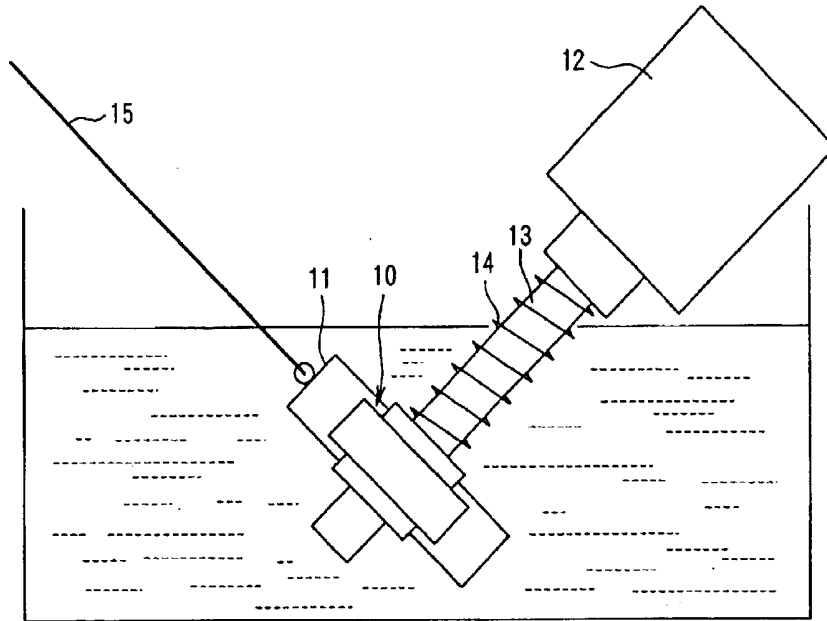
【図 1】



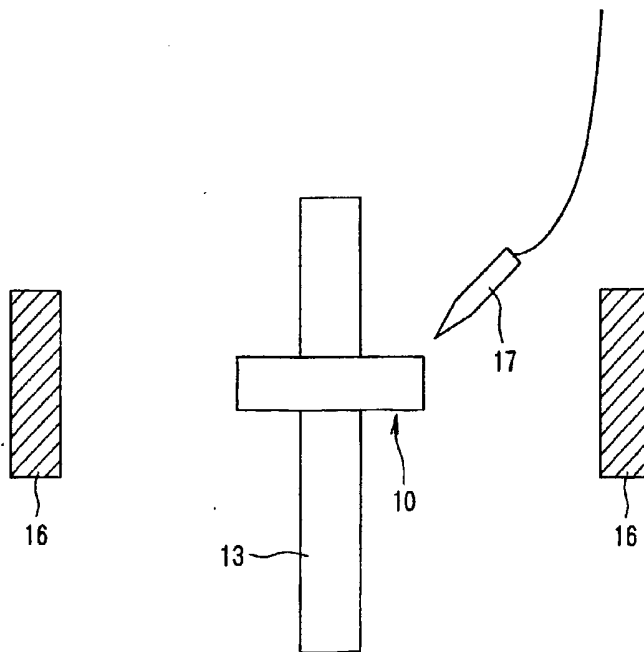
【図2】



【図3】

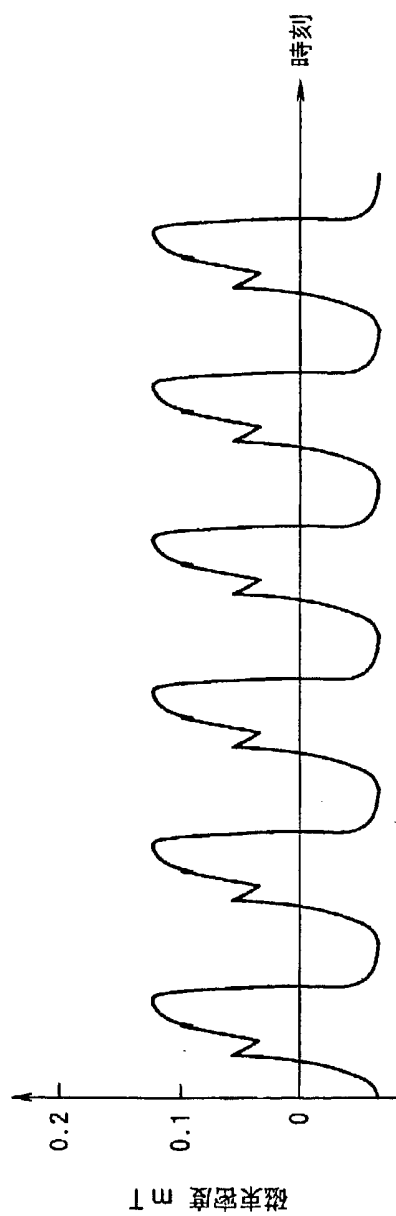


【図4】





【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】耐食性に優れ、転がり寿命も長く、回転に伴って磁場を乱すことのない転動装置を提供する。

【解決手段】転がり軸受の場合、外方部材である外輪 1 及び内方部材である内輪 2 をチタン合金で構成し、転動体を超硬合金か又はサーメットで構成する。超硬合金又はサーメットは硬く、高融点であるため、チタン合金製軌道輪の凝着摩耗を抑制防止して、耐摩耗性を向上することができる。特に、熱伝導率が  $35 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  以上の超硬合金又はサーメットを転動体に用いることにより、更なる耐摩耗性を発揮する。チタン合金は勿論、超硬合金やサーメットも高い耐食性を有する。また、非磁性に優れたチタン合金を用いることで、全体の非磁性を高めることができるので、回転に伴って磁束密度を変化させることが無く、磁場を乱すこともない。

【選択図】 図 1

特2000-230184

出願人履歴情報

識別番号 [000004204]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区大崎1丁目6番3号
氏 名	日本精工株式会社